

전자계 환경분석을 위한 실증시스템 설계

조연규*, 명성호*, 이재복*, 장석훈*, 김점식*, 이동일**, 신구용**
 *한국전기연구원, **한국전력연구원A

A Design on Test Facility for EMF Environment Analysis

Y.G.Cho*, S.H.Myung*, J.B.LEE*, S.H.Chang*, J.D.Kim*, D.I.Lee**, G.Y.Sin**
 *Korea Electrotechnology Research Institute, **Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 본 연구에서는 송배전선로의 기하학적 구조인 철타형상 및 선로배치에 따른 자기장 특성을 규명할 수 있는 가변구조 형태의 전자계 실증시험장을 설계하였다. 이를 위해서는 수동/능동 시험장과 이의 여러 가지 자기장 저감 효과를 분석할 수 있는 복합시험장으로 구분될 필요가 있다. 이에 따라 본 설계에서는 2개의 시험장을 구성하는 것을 기본 방향으로 설정하여 구체적인 설계방안을 검토하였다. 또한, 전자계 실증시험장에 사용될 전류원 설비를 설계 제작하여 안정적인 대전류원을 공급함으로써 신뢰성 있는 실증시험 시스템이 되도록 설계하였다.

1. 서 론

산업의 발달과 국민소득의 증대 및 정보화의 발달은 곧 전력수요의 증가로 이어지고 이에 따라 전기를 생산하는 발전소, 이를 수송하고 배분하는 송변전설비의 건설은 필연적인 수밖에 없다. 그러나 아직까지 송변전설비에서 발생하는 전자계(EMF)의 인체 유해성에 대해서 많은 논란이 되고 있는 가운데 과학적으로는 규명되지 못하고 있지만, 전자계의 인체에 대한 영향은 간접적인 경험에서 생긴 인식으로 주로 매스컴을 포함한 언론 매체를 통해 전자계환경은 해롭다는 인식이 형성되어 전력설비의 전자계 저감대책의 필요성이 증대되고 있다.

우리나라의 송전선로는 전자계에 유리한 2회선 역상배열을 채택하고 있으나 현재의 시스템으로는 전자계를 줄일 수 있는 한계가 있다. 이러한 전자계를 줄일 수 있는 요소는 송배전선로의 기하학적 구조인 철타형상 및 선로배치를 들 수 있다. 따라서 이와 같은 특성을 실증적으로 규명할 수 있는 가변구조 형태의 시험장이 구축이 필요하다. 본 연구에서는 이를 위해 기존선로에 적용 가능한 수동/능동 시험장 설계와 신규선로에 적용 가능한 자기장 저감 효과를 시험할 수 있는 복합 시험장으로 구분하여 설계하였다. 또한, 시험설비에 500A 정도의 전류를 공급할 수 있는 전류원 전원장치를 설계 제작하였다.

2. 본 론

2.1. 실증시험장의 위치 및 규모

본 실증시험장은 고창에 있는 한국전력연구원 고창시험장 부지를 활용할 예정이며, 그림 1은 전자계 저감 시험장 전체 평면 배치도를 나타낸 것으로 부지의 크기는 120m x 50m정도로써 약 2,000평의 규모에 해당된다.

이중에서 수동/능동 loop 시험장은 100m x 20m에 해당하며, 복합시험장은 100m x 30m에 해당한다. 수동/능동 loop 시험장의 철타는 일반 앵글 철타가 사용되며, 복합시험장은 양쪽 인류철타는 문형철타로 하고 경간 지지용 지지주는 콘크리트 전주를 사용코자 한다.

또한 수동/능동 loop 시험장의 철타의 높이는 표준 154kV 송전철타 규모의 1/2 규모로, 복합시험장 문형 철타의 높이는 154kV 송전철타 규모의 1/3 규모로 건설할 예정이다.

자체 저감 실증시험장에서 가장 중요한 요소는 철타설계 문제이므로 수동/능동 loop 시험장의 앵글 철타와 복합시험장의 문형철타를 중심으로 전원설비 등에 대하여 기술한다.

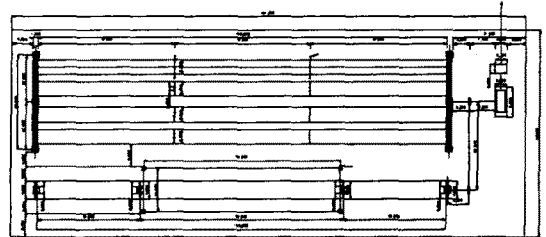


그림 1. 전자계 저감 시험장 평면 배치도

2.2. 수동/능동 loop시험장

자기장 저감방법으로 기존선로에서는 전선 지상고나 선로배치 등의 변경이 어렵기 때문에 상 아래에 자체 차폐선을 설치하여 유도전류로 자체를 줄이는 수동루프(Active Loop)방식이 해외에서 많이 검토되고 있다. 이때 유도전류를 크게 하기 위하여 루프회로에 직렬 캐패시터를 설치하면 자기장 저감효과가 증대된다.

수동루프 방식으로도 소기의 목적을 달성하지 못 하였을 때는 수동루프에 전류를 흐르게 하여 자체의 크기를 저감시키는 능동루프(Active Loop) 방식이 있는데 이는 전원설치 및 유지보수 비용으로 채용상에는 제약이 많다. 수동/능동 loop시험장의 철타 Span의 전체길이는 100m로 3경간 20m, 60m, 20m로 구성하였으며, 특히 주요측정 경간인 60m 경간에는 수동/능동 Loop를 설치하고 높낮이를 조정할 수 있는 시스템으로 구성하였다.

그림 2는 수동/능동 loop시험장의 전체 앵글 철타 배치 설계를 나타낸 것으로 No. 2 철타와 No. 3 철타아래에는 수동/능동 loop가 설치된다. 철타는 154kV 표준 철타의 1/2크기로 높이 16.7m의 지상고를 갖는 내장형 No. 1, No. 4철타와 16.15m의 지상고를 갖는 현수형 No. 2 철타와 No. 3철타로 구성되고 내장철타는 상간 거리의 조정과 지상고를 조정할 수 있도록 사각압에 플레이트 Tower Fitting을 설치하여 각 상별 수평 및 수직거리를 변경시킬 수 있는 구조로 하여 설계하였다. 그림 3은 개별 기수로 설계된 내장형 및 현수형 철타의 설계도이다.

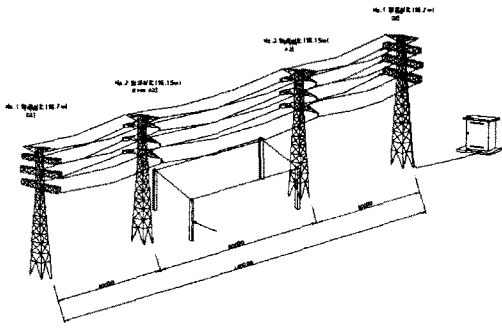
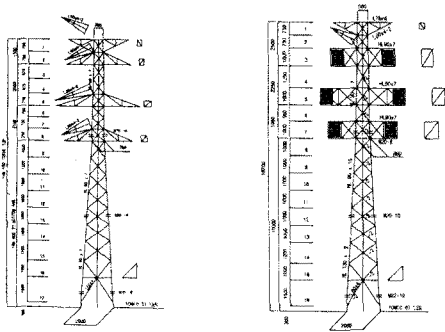


그림 2. 수동/능동 loop 시험장의 앵글 철탑 배치도



(내장형) (현수형)
그림 3. 수동/능동 loop 시험장 철탑설계

2.3. 복합시험장

복합시험장은 여러 형태의 자기장 저감 실험 모델을 시험하기 위해 구성된 복합 시험시스템으로 전체 구성도는 그림4 와 같으며, 철탑 Span 전체길이는 100m이다. 내장철탑 2기는 문형으로 설계하여 개별 경간을 일괄적으로 지탱할수 있는 구조로 하였으며, 경간용 선로지지물은 철근콘크리트 전주를 사용하여 건설비 절감과 시험선로구성상 변경이 용이하도록 하였다.

경간은 각 30m, 40m, 30m 3경간으로 구성하였으며 송배전선로의 기하학적 구조인 철탑형상 및 선로배치의 설계여부에 따라 자기장이 바뀌는 점에 주안하여 주요시험항목인 Compact 와 In-Span Compaction, Transposed, 수평선로배치 시험이 가능한 구조로 설계하여 핵심 파라미터인 자기장 저감효과(Field Reduction Factor)를 검증할 수 있도록 하였다.

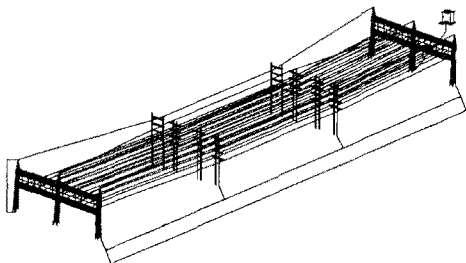


그림 4. 복합시험장 철탑 구성도

복합시험장의 문형철탑은 복합시험장의 시험 선로를 지지 구성하는 철탑으로 전체 길이는 26m, 높이는 13m 로 154kV철탑의 1/3높이로 설계하였다.

주요 사양은 내장 인류 철탑개념으로 지지물을 견고히 지탱할 수 있도록 하였으며, 각 기능별 시험에 대한 수직 및 수평도체 이동에 대비하여 내장 Tower Fitting 을 철판 플레이트로 제작 부착하여 상도체의 수직, 수평 이동이 가능한 구조로 설계하였다. 이와 같은 문형철탑 설계도는 그림 5와 같다.

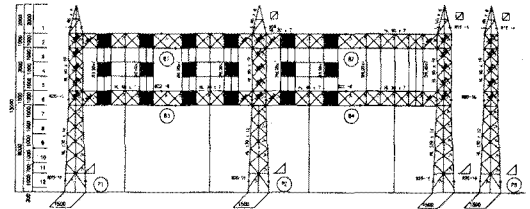


그림 5. 문형철탑의 설계도

콘크리트 전주는 복합시험장의 문형철탑 사이에 들어 가는 것으로 3상 4선식 2회선으로 구성하며 2회선 지지물의 장력 및 중량을 감안하여 2개의 전주에 완금을 붙여 1Pole로 사용하였다. 또한 수평선로 배치 시험을 위해 콘크리트주 2개를 사용한 수평 1회선 배열이 가능한 구조가 되도록 설계하였으며, 상도체 높이조절은 애자의 개수로 조정하도록 하였다. 이러한 구상으로 설계된 콘크리트 전주의 설계도는 그림 6과 같다.

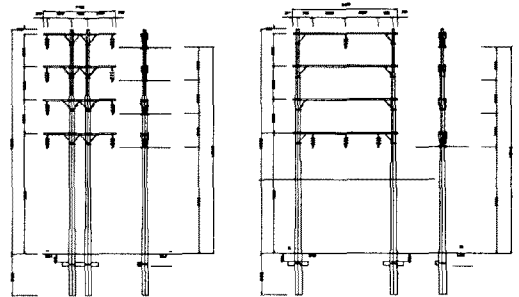


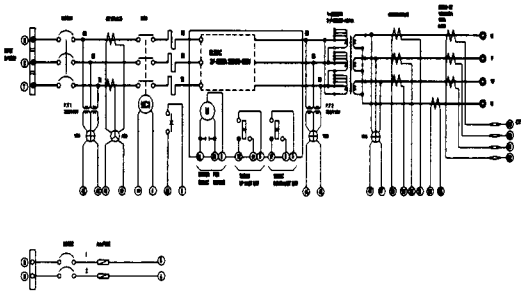
그림 6. 콘크리트 전주 설계도

2.4 무부하 전류원 전원장치

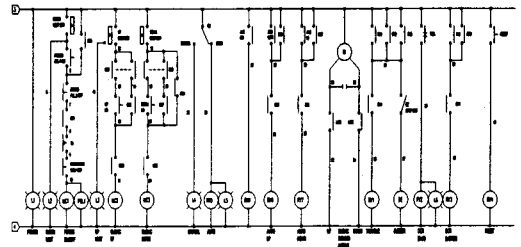
전자계 환경분석을 위한 실증시험장의 수동/능동 시험장 및 복합시험장에 사용될 전류원 장치를 설계 제작 하였다.

2.4.1. 전류원 MAIN 분전반

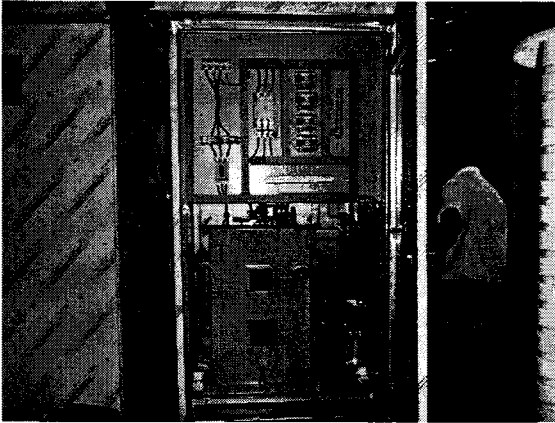
전류원 MAIN분전반은 옥외용을 설계되었으며 분전반의 주요 설비로는 슬라이덱스와 누설변압기로 구성되어 있다. 시험장치의 전압조정은 제어반에서 제어되는 전동 구동장치로 슬라이덱스에 의해 조정되며, 여기에 사용되는 슬라이덱스는 열적, 기계적 안전성을 고려하여 유입식을 채용하여 그림 7과 같이 제작되었다. 여기에 무부하원으로 사용된 누설변압기는 건식 자냉식으로 용량은 40kVA 로서 1차 전압은 3상 0~380V, 60HZ이며, 2차 전압 3상 20V 출력은 3상 1000A 60HZ로 그림 8과 같이 설계 제작되었다.



(a) 전류원 분전반 MAIN 회로도

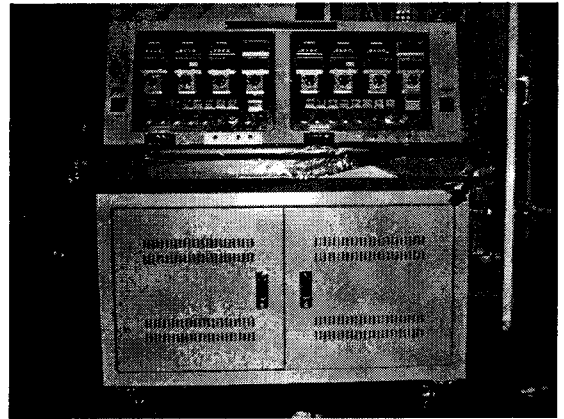


(a) 전류원 제어반 MAIN 회로도



(b) 시제품 사진

그림 7. MAIN 분전반



(b) 시제품 사진

그림 9. 전원장치 제어반

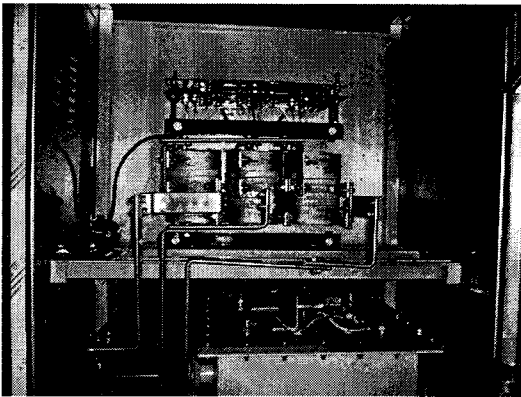


그림 8. 누설변압기

2.4.2. 전류원 제어반

전류원 MAIN 분전반의 원활한 운용을 위하여 각종 보호장치 및 제어장치, 경보장치를 구비한 운용패널을 전면 상부에 설치하도록 하였으며, 옥내용 자립형으로 설계되어 분전반과 별도로 설치하여 사용에 편리함을 고려하였다. 전류원장치를 제어할 제어전원 입력은 별도의 3상 220V 60Hz를 사용하여 UPS장치를 경유시킴으로서 정전시에도 제어가 가능한 구조로 하였으며 전류원 제어반의 MAIN회로 구성도와 제작품은 그림 9와 같다.

[참고 문헌]

- [1] SCE, "EMF Design Guidelines for New Electrical Facility", 1994.
- [2] 일본전기학회, "전자계의 생체영향에 관한 현상평가 및 향후의 과제", 특별조사위원회, Japan, 1998.
- [3] EPRI, "Passive shielding System for the NYPA 345 kV Lines", Final Report, 1998

3. 결 론

전자계 환경분석을 위한 실증시험장은 향후 우리나라에서 신규선로 송전선로에 적용 가능한 Compact Tower, Compaction Type 및 Transposed 등을 시험할 수 있는 복합시험장과 기존선로 저감기술에 효과적인 수동/능동 시험장을 구축함에 있어 다음과 같은 설계 결과를 얻었다.

- 1) 수동/능동 시험장은 154kV 송전철탑의 1/2 규모로 전체 면적은 100m x 20m이며, 내장형 앵글철탑 2기와 현수형 앵글철탑 2기로 구성하며 60m의 경간에는 수동/능동 Loop를 설치하고 높낮이를 조정할 수 있는 시스템으로 설계하였다
- 2) 복합시험장은 154kV 송전철탑의 1/3 규모로 전체 면적은 100m x 30m이며, Compact 와 In-Span Compaction, Transposed 등 수평선로배치 시험이 가능한 구조로 설계하여 핵심 파라미터인 자기장 저감 효과(FRF)를 검증할 수 있도록 하였다.
- 3) 전자계 환경분석을 위한 실증시험장의 수동/능동 시험장 및 복합시험장에 사용될 전류원 장치로 용량 40kVA, 1차 전압 3상 0~380V, 60HZ, 2차 전압 3상 20V 출력 3상 1000A 60HZ인 저전압 대전류원으로 제작하였다.